

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-302061

(43) 公開日 平成4年(1992)10月28日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 6 F 15/62

識別記号

3 4 0

庁内整理番号

8125-5L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全7頁)

(21) 出願番号 特願平3-89880

(22) 出願日 平成3年(1991)3月28日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 岡 正昭

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 田辺 恵基

(54) 【発明の名称】 アニメーション作成装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明はアニメーション作成装置に関し、特に簡易な図形入力作業によつて現実感が大きいアニメーション映像を得ることができるようにしたものである。

【構成】 表示対象となる物体を質点及びばねを組み合わせたモデルによつて表現し、当該質点が重力、風力、障害物などの環境条件の下に物理法則に従つて運動する際の位置を計算することによつてアニメーション変換図形を作成するようにしたことにより、アニメータのアニメーション作業を一段と簡易化し得ると同時に現実感が大きいアニメーション映像を容易に作成することができる。

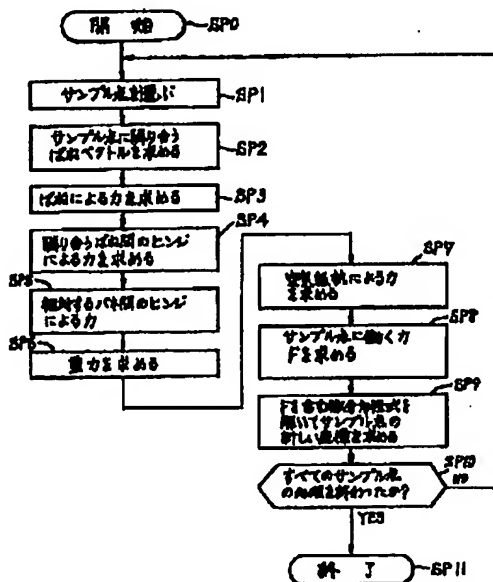


図3 質点位置更新処理手順

【特許請求の範囲】

【請求項1】アニメーション表示対象となる図形上に多数の質点及び当該質点間をそれぞれ接続する多数のばねを設定することにより変換対象モデルを形成し、環境条件に基づいて各上記質点に与えられる力及び上記ばねによつて与えられる作用力を求め、当該作用力が与えられている上記質点の移動位置を当該質点に対応する運動方程式を解くことにより変換アニメーション図形を構成する表示位置として求めることを特徴とするアニメーション作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【目次】以下の順序で本発明を説明する。

産業上の利用分野

従来の技術（図8）

発明が解決しようとする課題（図8）

課題を解決するための手段（図1～図7）

作用（図1～図7）

実施例（図1～図7）

発明の効果

【0002】

【産業上の利用分野】本発明はアニメーション作成装置に関し、特に放送用3次元特殊効果装置などにおいて、例えば「旗」、「カーテン」などのように柔らかい物体、「羊かん」などのように弾力性がある物体が動く様子を表現したアニメーション映像を作成する場合に適用して好適なものである。

【0003】

【従来の技術】従来、アニメーション作成装置を利用してアニメーション映像を作成する場合、一連のアニメーション映像を構成する各コマについて、アニメータが1コマずつ絵を描いたり、図形の形及びその変化を画面上に定画したりする図形入力手法が採用されている。「旗」のアニメーションを作る場合について図8に示すように、アニメーション作成装置1は画像変換装置2を有する。

【0004】画像変換装置2はテレビジョン画像を画面上にマッピングして表示するもので、原画像メモリ3から得られるアニメーション映像として作成すべき原画像データPC1（この場合「旗」の模様となる画像データ）を、アニメーションデータメモリ4から得られるアニメーションデータD1に基づいて変形した後、「旗」の画像を変形してなる出力画像データPC2を出力画像メモリ5に送出する。

【0005】アニメーションデータD1はある瞬間の「旗」の形を表す座標値であり、必要に応じて1つ又は複数のフレームデータを含む。このアニメーションデータは予めアニメータが手で作り、又は簡単な関数を組み合わせて計算により発生させる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが図8の従来の手法によつてアニメーション映像を作成しようとする場合、各コマの絵柄を入力したり、図形の形の定義式を決定したりするために熟練したアニメータが煩雑な図形入力作業をしなければならない問題がある。

【0007】特に、自然現象のように人為的ではない図形の動きをアニメーションにしようとする場合には、図形入力作業に多大な時間及び労力が必要になり、生産性が悪かった。この問題を解決する1つの方法として、簡単な関数を組み合わせることにより自然現象を真似た動きを模型的に定義する方法が提案されているが、「規則的すぎて不自然である」、「環境の変化に対応できない」という欠点があつた。

【0008】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、自然現象のように人為的ではない図形の動きのうちでも特に、柔らかい物体、弾力性がある物体が動く様子を、一段と簡易な図形入力作業によつて入力し得ると共に、実用上十分に現実感をもつたアニメーション映像を作成し得るアニメーション作成装置を提案しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、アニメーション表示対象FLGとなる図形上に多数の質点MP及び当該質点MP間をそれぞれ接続する多数のばねSPを設定することにより変換対象モデルを形成し、環境条件に基づいて各質点MPに与えられる力Fgravity、Fviscous及びばねによつて与えられる力Fspringを含む作用力Fを求め、当該作用力Fが与えられている質点MPの移動位置を当該質点MPに対応する運動方程式を解くことにより変換アニメーション図形を構成する表示位置 $x(t)$ として求めるようにする。

【0010】

【作用】質点MPとこの質点MP間を接続するばねSPとによつて、アニメーション表示対象FLGとなる図形をモデル化し、各質点MPについての運動方程式を解くことにより当該質点の変換アニメーション図形上の位置を求めるようにしたことにより、かかる変換によつて作成できるアニメーション映像の動きを一段と現実の物体の動きに近づけることができ、結局現実感が大きいアニメーション映像を容易に作成することができる。

【0011】

【実施例】以下図面について、本発明の一実施例を詳述する。

【0012】本発明によるアニメーション作成装置11は図8との対応部分に同一符号を付して図1に示すように、アニメーションデータ作成装置12において作成した作成アニメーションデータD2をアニメーションデータメモリ4にアニメーションデータD1として供給する。

3

【0013】アニメーションデータ作成装置12はアニメーション映像として作成すべき「旗」の順次続く時刻に「旗」がどのような形になっているかを表す3次元座標値データを作成アニメーションデータD2として発生する。

【0014】アニメーションデータ作成装置12は、図2及び図3に示すように、アニメーション表示対象FLGについて「重力の強さ」、「風の強さ」、「障害物の形や位置」などのようにこれから動かそうとしている「旗」がどのような環境の中に置かれているかを示すデータでなる環境データD11を環境データメモリ21から運動方程式演算装置22に与える。

【0015】運動方程式演算装置22は「旗」を表すモデルに対して環境データD11に対応する運動方程式をたててこれを解くような演算を実行し、当該演算結果を3次元座標配列データD12としてフォーマット変換装置23に与える。

【0016】フォーマット変換装置23は3次元座標を、画像変換装置2(図1)が使用できるフォーマットのアニメーションデータに変換し、これを作成アニメーションデータD2としてアニメーションデータメモリ4に供給する。

【0017】運動方程式演算装置22は、図3に示すように、「旗」の表面上の各点の位置を、質点MPを立体*

$$M \cdot \frac{dx}{dt} + \Gamma \cdot \frac{dx}{dt} = F(x, t) \quad \dots\dots (1)$$

【0021】ここで、Mは質点MPの質量、 Γ は減衰係数、 x は質点MPの3次元座標、 t は時間、 F は質点MPに働く作用力である。(1)式において、質量Mは定数であり、減衰係数 Γ は運動が収束するように付加されたもので定数であり、質点MPに働く作用力 F は時間と共に変化する量で質点MP全体の配置や環境によつて決

$$M \cdot \frac{x(t+dt) - 2x(t) + x(t-dt)}{dt \cdot dt} + \Gamma \cdot \frac{x(t+dt) - x(t-dt)}{2dt} = F \quad \dots\dots (2)$$

のような差分方程式に変換された後、 $x(t+dt)$ について解くような演算をすることにより、次式

$$x(t+dt) = \frac{dt \cdot dt \cdot F + 2M \cdot x(t) - (M - 0.5\Gamma \cdot dt) \cdot x(t-dt)}{M + 0.5\Gamma \cdot dt} \quad \dots\dots (3)$$

を得る。

【0023】(2)式及び(3)式において、 $x(t)$ は現在の座標、 $x(t-dt)$ は単位処理時間だけ前の座標、 $x(t+dt)$ は単位処理時間だけ後の座標である。かくして運動方程式演算装置22は、現在の状態で

*的に格子状にばねSPによつて結合して表す3次元モデルによつて表現する。

【0018】すなわち各格子点(白丸)は質点MPを表していると共に、格子点間の線分はすべてばねSPを表している。従つてこの3次元モデルの場合、立体的物体は1つの質点MPに対して最大6本のばねSPが接続することができる。これに対して「旗」のように平面的な物体の場合は、一般的に図4に示すように、1つの質点MPに対して4本のばねSPを接続することによつて「旗」のモデルを表現することができると共に、コーナや端の質点MPには4本未満のばねSPを接続することによつて表現できる。

【0019】図3の3次元モデルにおいて、質点MPは質量が1点に集まったもので、ニュートンの運動方程式に従つて運動する。ばねSPは自然状態での長さをもつており、フックの法則に従つて変位に応じた力を出す。この他に、隣り合うばね相互間には弾力性をもつたヒンジがあり、隣り合うばね同士を90°の角度に保とうとする。かくして対角線上のヒンジ相互間には当該ばね同士を180°に保とうとする力が働く。

【0020】図4の3次元モデルにおいて、各質点MPは次の運動方程式に従つて運動する。

【数1】

※まる。

【0022】(1)式によつて表される微分方程式は、図2の運動方程式演算装置22において時間 t によつて量子化することにより、次式

【数2】

★【数3】

質点MPが次の処理時間だけ後の時点において移動する位置を求めることができる。

【0024】ところで質点MPが受ける作用力 F は次式【数4】

$$P = F_{spring}$$

$$+ F_{hinge}$$

$$+ F_{dhinge}$$

$$+ F_{gravity}$$

$$+ F_{viscous}$$

..... (4)

によつて表される。

【0025】(4)式において、 F_{spring} はばねSPの反発力による力、 F_{hinge} はヒンジの反発力による力、 F_{dhinge} は対角線上のヒンジの反発力による力、 $F_{gravity}$ は重力、 $F_{viscous}$ は空気抵抗による力であり、それぞれ以下に述べるようにして求めることができる。

【0026】第1に、ばねSPの反発力 F_{spring} は4本*

$$F_{spring} = \Sigma (K \cdot (L - L_{normal}) \cdot v_1) \quad \text{..... (5)}$$

のように表すことができる。

【0027】第2にヒンジの反発力 F_{hinge} は4組の隣り合うばねSPの間のヒンジの反発力を足したものである。そしてヒンジの反発力 F_{hinge} は、ばねSP間の角度の90°からの変位に比例する。そこでばねSPのばね※

10*のばねSPのそれぞれの反発力を足したものである。またばねSPの反発力は変位の大きさに比例する。そこでばねSPのばね定数をK、ばねSPの長さをL、自然状態でのばねSPの長さを L_{normal} 、ばねSPの反発力の方向を表す単位ベクトルを v_1 とすると、ばねSPの反発力による力 F_{spring} は、

【数5】

※定数をH、ばねSP間の角度をA、ばねSPの反発力の方向を表す単位ベクトルを v_2 、隣り合うばねを表すベクトルをa、bとすれば、単位ベクトル v_2 は次式

【数6】

$$v_2 = \frac{a+b}{|a+b|} \quad \text{..... (6)}$$

によつて求めることができると共に、ヒンジの反発力 F_{hinge} は次式

$$F_{hinge} = \Sigma (H \cdot (A - 90) \cdot v_2) \quad \text{..... (7)}$$

によつて求めることができる。

【0028】従つて隣り合うばねSPの方向の差hを

$$h = \frac{b-a}{|b-a|} \quad \text{..... (8)}$$

とすれば、これらのばねSPに接続されている他の質点MPには次式

$$F_{neighbor} = -\frac{F_{hinge}}{2} + \Sigma \frac{H \cdot (A - 90) \cdot h}{2} \quad \text{..... (9)}$$

によつて表される力 $F_{neighbor}$ が働くことになる。

【0029】第3にヒンジの反発力 F_{dhinge} は2組の向かい合うばねSPの間のヒンジの反発力を足したものである。そして反発力はばねSP間の角度の180°からの変位に比例する。そこでばねSPのばね定数をH、ばね*

*SP間の角度をA、反発力の方向を表す単位ベクトルを v_3 、向かい合うばねSPを表すベクトルをa、bとすれば、単位ベクトル v_3 は次式

【数10】

$$v_3 = -\frac{a+b}{|a+b|} \quad \text{..... (10)}$$

によつて求めることができると共に、対角線上のヒンジによる反発力 F_{dhinge} は

$$F_{dhinge} = \Sigma (H \cdot (A - 180) \cdot v_3) \quad \text{..... (11)}$$

によつて求めることができる。従つてこれらのばねSPで接続されている他の質点MPには、

【数12】

$$F_{\text{neighbor}} = -\frac{F_{\text{dhinge}}}{2} \quad \dots (12)$$

のような力 F_{neighbor} が働く。

【0030】第4に、質点MPの質量をM、重力加速度*

$$F_{\text{gravity}} = M \cdot G$$

によつて求めることができる。

【0031】第5に、抵抗力 F_{viscous} は空気などの流

体による抵抗力である。そこで空気の粘性を η 、ばねS

Pを表すベクトルを a 、空気の流れる速度を v とすれ

$$F_{\text{viscous}} = \eta \left\{ \eta \cdot |a| \cdot (v - (v \cdot \frac{a}{|a|}) \cdot \frac{a}{|a|}) \right\}$$

..... (14)

によつて求めることができる。

【0032】以上のようにして、運動方程式演算装置22において、すべての質点MPについて(4)式に基づいて順次受けるFを求めて、(8)式の演算を実行して行けば、「旗」を形成する各質点MPの3次元座標の配列が次々に求められ、これが3次元座標データD12(図2)としてフォーマット変換装置23に与えられ、これによりフォーマット変換装置23から作成アニメーションデータD2がアニメーションデータ作成装置12の出力として、アニメーションデータメモリ4に供給される。

【0033】運動方程式演算装置22は1単位処理時間の間に繰り返し図5に示す質点位置変換処理手順を実行することにより、「旗」上のすべての質点MP(図3)について環境データD1に基づく変換位置の演算を実行し、その結果として柔らかい物体である「旗」が重力、風力などの環境条件に応じて柔らかく動くアニメーション映像を作成する。

【0034】すなわち運動方程式演算装置22は、図5のステップSP0において当該質点位置変換処理手順の処理を開始した後、ステップSP1において原画像上の「旗」図形上の1のサンプル点を選択し、続くステップSP2において当該サンプル点に隣り合うばねベクトル a 、 b を求め、以下順次ステップSP3において(5)式に基づいてばねSP反発力による力 F_{spring} を求め、ステップSP4において(7)式に基づいてヒンジの反発力による力 F_{hinge} を求め、ステップSP5において(11)式に基づいて対角線上のヒンジの反発力による力 F_{dhinge} を求め、ステップSP6において(13)式に基づいて重力 F_{gravity} を求め、ステップSP7において(14)式に基づいて空気抵抗による力 F_{viscous} を求め、ステップSP8において(4)式に基づいて当該サンプル点にある質点MPが受ける力Fを求め、ステップSP9において(3)式に基づいて当該サンプル点の変

*をGとすれば、重力 F_{gravity} は次式

【数13】

..... (15)

※ば、すべてのばねSPについての抵抗力 F_{viscous} は次式

【数14】

換後の新しい座標を求める。

【0035】かくして運動方程式演算装置22は当該サンプル点についての換後の座標位置の演算を終了し、その演算結果を作成アニメーションデータD2としてアニメーションデータメモリ4に記憶させる。その後運動方程式演算装置22はステップSP10においてすべてのサンプル点の処理が終了したか否かの判断をし、否定結果が得られたとき上述のステップSP1に戻つて新たなサンプル点についての座標位置の演算に入る。

【0036】以下同様にして原画像上の「旗」図形上のすべてのサンプル点についての換後の座標位置の演算を終了すると、運動方程式演算装置22はステップSP10において肯定結果が得られることによりステップSP11に移つて当該質点位置変換処理手順を終了する。

【0037】このようにして運動方程式演算装置22は1単位処理時間の間に1枚分の「旗」の変換処理を終了し、以後同様の変換処理を新たな1単位処理時間が開始するごとに繰り返す。その結果図6(A)、(B)及び(C)に示すように、順次続く処理時間において「旗」の各質点の位置が重力、風力などの環境条件の下に次第に変化することにより柔らかい「旗」が風にはためくように図形が動くアニメーション映像を実現できる。

【0038】実際上図6(A)、(B)及び(C)に示すようなアニメーションデータに対してシェーディング処理をすれば、図7(A)、(B)及び(C)に示すように「旗」の表面の陰影によつて、さらに一段と現実感が強いアニメーション映像を作成することができる。

【0039】図6及び図7の実施例の場合、「旗」表面の位置は10×15個の格子点について算出され、「旗」の左上端部及び左下端部の格子点が「旗竿」に固定され、左から吹いている風によつてはためいているようなアニメーション映像が作成されている。

【0040】上述の構成によれば、図形のアニメーションを作成するとき、質点MP及びばねSPを組み合わせ

たモデルによつて物体を表現し、物体上の各点の位置を「重力」、「風力」などの環境に対する質点MPの運動を物理法則に従つて計算して決めるようにしたことにより、一段と現実感のあるアニメーションを作成することができる。

【0041】その結果、アニメーション作成作業をする際に、アニメータが手で絵を描いたり、図形の形を決めたりしなくても自動的に映像を作ることができ、従つて熟練したアニメータではなくても、自然なアニメーションを作ることができる。かくするにつき「重力」、「風力」、「障害物」などの環境の変化に対応したアニメーション映像を作ることができる。

【0042】なお、上述の実施例においては、表示対象となる物体として柔らかい物体「旗」を選定したが、アニメーション表示対象FLGはこれに限らず、「カーテン」のような柔らかい物体や、「羊かん」のように弾力性がある物体など、他の物体を選定した場合にも、上述の場合と同様の効果を得ることができる。

【0043】また上述の実施例においては、アニメーション表示対象FLGとなる物体として、2次元的（平面的）な物体を選定したが、アニメーション表示対象FLGはこれに限らず、3次元的（立体的）な物体を選定した場合にも上述の場合と同様の効果を得ることができ、要は質点MP、ばねSP、ヒンジの配置を決めるだけの作業をするだけで、必要に応じて任意の形状の物体を表現することができる。

【0044】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、表示対象

となる物体を質点及びばねを組み合わせたモデルによつて表現し、当該質点が重力、風力、障害物などの環境条件の下に物理法則に従つて運動する際の位置を計算することによつてアニメーション変換図形を作成するようにしたことにより、アニメータのアニメーション作業を一段と簡易化し得ると同時に現実感が大きいアニメーション映像を容易に作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるアニメーションデータ作成装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】図1のアニメーションデータ作成装置の詳細構成を示すブロック図である。

【図3】表示対象のモデルを示す略線図である。

【図4】表示対象のモデルを示す略線図である。

【図5】質点位置変換処理手順を示すフローチャートである。

【図6】質点位置変換後のモデルを示す略線図である。

【図7】シェーディング処理後のアニメーション映像を示す略線図である。

【図8】従来のアニメーション作成装置を示すブロック図である。

【符号の説明】

1、11……アニメーション作成装置、2……画像変換装置、3……原画像メモリ、4……アニメーションデータメモリ、12……アニメーションデータ作成装置、21……環境データメモリ、22……運動方程式演算装置、23……D11環境データ、24……フォーマット変換装置、25……D12、26……フオーマット変換装置。

【図1】

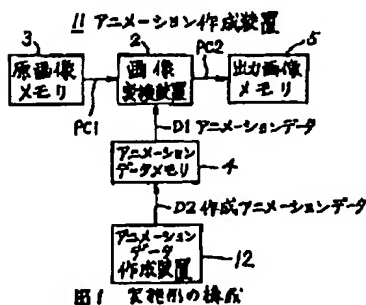


図1 実施例の構成

【図2】

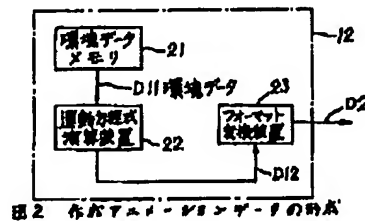


図2 本発明によるアニメーションデータ作成装置の構成

【図4】



図4 表示対象のモデル

【図8】

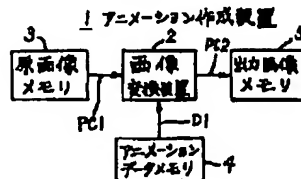


図8 従来の構成

【図3】

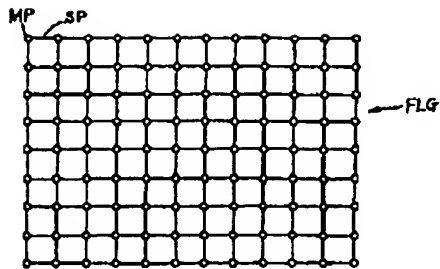


図3 代表対象のモデル

【図6】



図6 変形前状態の図形

【図7】



図7 シューティング変形後の図形

【図5】

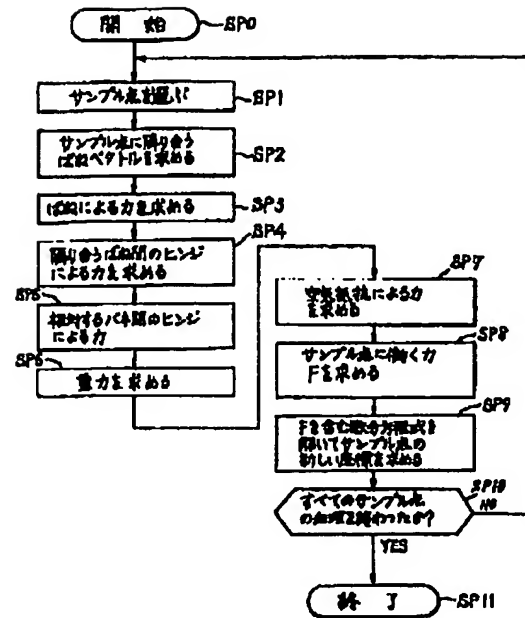


図5 質点位置変形処理手順